

Magnetic distance measuring device

Patent Number: DE19927759
Publication date: 2001-01-04
Inventor(s): BLASIG HERBERT (DE); GEBHARDT RUDOLF (DE)
Applicant(s): SIEMENS KRAUSS MAFFEI LOKOMOTI (DE)
Requested Patent: ☐ DE19927759
Application: DE19991027759 19990617
Priority Number(s): DE19991027759 19990617
IPC Classification: G01D5/20; G01B7/14; G01P3/487
EC Classification: G01B7/14, G01B7/30, G01D3/08, G01D5/14B2, G01D5/16B2,
Equivalents:

Abstract

The device monitors the relative spacing between an object and a active organ (1) with permanent magnetic teeth (3), or a passive organ of a ferromagnetic material, using a permanent magnet attached to the object, at least one electromagnetic transducer (9) and an evaluation device. One pole face of the permanent magnet faces the organ, with the electromagnetic transducer attached to its side face, the position of the neutral zone within the permanent magnet unaffected by the position of the monitored organ.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 27 759 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 D 5/20
G 01 B 7/14
G 01 P 3/487

⑲ Aktenzeichen: 199 27 759.1
⑳ Anmeldetag: 17. 6. 1999
㉓ Offenlegungstag: 4. 1. 2001

DE 199 27 759 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens Krauss-Maffei Lokomotiven GmbH, 80997
München, DE

⑦② Vertreter:
Zedlitz, P., Dipl.-Inf.Univ., Pat.-Anw., 80331
München

⑦③ Erfinder:
Gebhardt, Rudolf, Dipl.-Ing. (FH), 84051 Essenbach;
DE; Blasig, Herbert, 80999 München, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 30 41 041 C2
DE 196 01 242 A1
DE 41 02 986 A1
US 49 26 122
EP 07 29 582 B1
EP 07 81 979 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur magnetischen Abstandsmessung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur magnetischen Abstandsmessung und dient bevorzugt der Überwachung der Distanz zwischen einem ferromagnetischen gezahnten Polrad und einem magnetisch sensitiven, in unmittelbarer Nähe des Polrades positionierten Sensor, mit dem die Bewegung des Zahnrades detektiert wird. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß ein magneto-elektrischer Wandler an der Seitenfläche, bevorzugt in der neutralen Zone, eines Permanentmagneten positioniert wird, auf dessen dem Polrad zugewandten Polfläche der Sensor zur Erfassung der Bewegung des Polrades angeordnet ist. Bei Positionierung des Wandlers in der neutralen Zone heben sich die radialen Anteile des Magnetfeldes des Permanentmagneten auf und der Wandler wird im Nullpunkt betrieben. Bei einer Änderung des Abstandes des Bewegungssensors von dem Polrad wird die neutrale Zone des Permanentmagneten leicht verschoben. Dadurch wird der Wandler von einem Gesamtmagnetfeld ungleich Null durchsetzt und zeigt einen Ausschlag. Allein aus dem Vorzeichen ergibt sich, ob eine Annäherung oder eine Entfernung vom Polrad erfolgt ist.

DE 199 27 759 A 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur magnetischen Abstandsmessung zur Überwachung des Abstandes zwischen einem Objekt und einem Organ, das mit Zähnen aus Permanentmagneten besetzt ist (aktives Organ) oder das aus ferromagnetischem Material besteht (passives Organ). Bevorzugtes Anwendungsgebiet der vorliegenden Erfindung ist die Überwachung der Distanz zwischen einem ferromagnetischen gezahnten Polrad und einem magnetisch sensitiven, in unmittelbarer Nähe des Polrades positionierten Sensor zur Ermittlung von Drehzahl, Geschwindigkeit, Weg, Beschleunigung und Drehrichtung des Polrades.

Stand der Technik

Für die berührungslose Erfassung der Drehbewegung eines ferromagnetischen (passiven) oder permanentmagnetischen (aktiven) Zahnrades werden Sensoren mit magneto-elektrischen Wandlern verwendet, die die Bewegung des Zahnrads in Form von Feldstärkeänderungen erfassen und in elektrische Signale umwandeln (DE-PS 30 41 041). In der Praxis werden diese magneto-elektrischen Wandler sehr dicht an dem Zahnrad positioniert, um eine hohe Störfestigkeit, beispielsweise gegen äußere magnetische Störfelder, zu gewährleisten. Typische Abstände liegen im Bereich von 0,1 bis 1,5 mm. Bei diesen geringen Abständen besteht leicht die Gefahr, daß der Sensor unbemerkt beschädigt wird, beispielsweise aufgrund von Verschleißerscheinungen in den Achslagern, die das Polrad tragen. Insbesondere im dynamischen Betriebszustand von z. B. Schienenfahrzeugen ist es wichtig, den sich ändernden Abstand zu kennen, um eine unbemerkte Beschädigung des Sensors und damit dessen Ausfall zu verhindern (Sicherheitsaspekt). Die Abstandsbestimmung wird zur Zeit am ruhenden Zahnrad mit einer Fühlerlehre (Spion) abhängig vom individuellen Gefühl des Prüfers (satter, aber nicht klemmender Sitz der Fühlerlehre) entsprechend ungenau durchgeführt. Außerdem ist es hierzu erforderlich, ein oder mehrere Teile zu demontieren, bis das Zahnrad zugänglich ist.

Darstellung der Erfindung

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, mit der der Abstand zwischen einem Sensor und einem Polrad sowohl im Ruhezustand als auch im dynamischen Betriebszustand in einfacher Weise gemessen und überwacht werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der Hauptvorteil der Erfindung liegt in folgendem:

Kernpunkt der Erfindung ist die Verwendung eines Permanentmagneten, dessen dem gezahnten Organ zugewandte Polfläche im Verhältnis zu dem Polradmodul genügend groß ist, so daß die Lage der neutralen Zone in dem Permanentmagneten nahezu unbeeinflusst von der jeweiligen Polradstellung ist. Unter Polradmodul wird das Verhältnis der Anzahl der Zähne zu dem Teilkreisdurchmesser (je nach Zahnform in etwa mittlerer Durchmesser) des Polrades verstanden. Das eingangs genannte Verhältnis wird bestimmt durch die Abmessung l_p des Permanentmagneten in Richtung der Polradbewegung (siehe Fig. 1) und der durch das Polradmodul bestimmten Zahnperiode l_z (siehe Fig. 1). Dieses Verhältnis l_p zu l_z sollte möglichst mehr als 1,5 betragen.

Da die neutrale Zone unbeeinflusst von der jeweiligen Polradstellung ist, kann mit einem an der Seitenfläche des Per-

manentmagneten angebrachten magneto-elektrischen Wandler der Abstand d_0 zwischen Polradstirnfläche und der Sensorvorderkante bzw. seiner dem Organ zugewandten Oberfläche auch in Ruhestellung des Polrades bestimmt werden. Vorteilhaft wird der magneto-elektrische Wandler in der neutralen Zone selbst angebracht, da dann das Meßsignal Null beträgt, da sich die für die Signalerzeugung verantwortlichen radialen Anteile des magnetischen Feldes über die Gesamtheit der magnetfeldempfindlichen Fläche gegenseitig aufheben.

In der Praxis wird folgendermaßen vorgegangen:

Bei einem an sich bekannten Impulsgeber (siehe z. B. DE-PS 30 41 041) ist dessen Arbeitsabstand (Nennabstand) bekannt. Die Polräder sind in der Regel normiert. Aufgrund des bekannten Arbeitsabstandes steht auch fest, wo sich die neutrale Zone im Betriebszustand befindet. Daher kann bei der Fertigung der Impulsgeber ein magneto-elektrischer Wandler so an der Seitenfläche des Permanentmagneten angebracht werden, daß er sich dann in der neutralen Zone befindet, wenn der Impulsgeber im Arbeitsabstand zu dem Polrad positioniert wird. Dies bedeutet, daß beim Einbau eines derartigen Impulsgebers die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile (s. o.) vermieden werden, da beim Einbau nur noch darauf geachtet werden muß, daß der seitlich an dem Permanentmagneten angebrachte magneto-elektrische Wandler ein Ausgangssignal von Null anzeigt. Durch das oben erwähnte Verhältnis von l_p/l_z wird sichergestellt, daß die jeweilige Polradposition keine Rolle spielt, so daß im Ergebnis eine statisch integrierende Abstandsmessung erfolgt. Sicherheitshalber kann nach dem Einbau auch eine dynamische Abstandsmessung erfolgen, d. h. bei rotierendem Polrad. Dabei sollte sich ebenfalls das Ausgangssignal Null ergeben. Bei relativ kleinem Verhältnis l_p/l_z können sich geringfügige Abweichungen ergeben. Mit größerem l_p/l_z schwindet der Einfluß der jeweiligen Zahnstellung (Polradposition) auf die statische Messung, so daß die Abstandsmessungen im statischen und im dynamischen Zustand jeweils das Ausgangssignal Null ergeben. Der Betrieb des magneto-elektrischen Wandler in der neutralen Zone hat den Vorteil, daß der Wandler im Nullabgleich betrieben wird und damit auch thermisch das stabilste Verhalten zeigt. Selbstverständlich kann der Wandler auch außerhalb der neutralen Zone angebracht werden. In diesem Falle ist eine geeignete Kalibrierung erforderlich, so daß ein bestimmtes Ausgangssignal einem bestimmten Abstand (z. B. dem Nennabstand) der Sensorvorderkante bzw. der dem Polrad zugewandten Oberfläche des Permanentmagneten zu der Polradstirnfläche entspricht. Da der magneto-elektrische Wandler in diesem Fall nicht mehr im Nullabgleich betrieben wird, sind die thermischen Einflüsse auf die Meßsignale zu berücksichtigen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind mit den Merkmalen der Unteransprüche 2 bis 12 gekennzeichnet. Die Ausbildung der Vorrichtung gemäß Patentanspruch 4 hat den Vorteil, daß von dem magneto-elektrischen Wandler im Betriebszustand, d. h. bei Anordnung des Objekts im Sollabstand, kein Meßsignal erzeugt wird, da sich die für die Signalerzeugung verantwortlichen radialen Anteile des magnetischen Feldes über die Gesamtheit der magnetfeldempfindlichen Fläche gegenseitig aufheben. Diese Ausgestaltung hat den zusätzlichen Vorteil, daß die magneto-elektrischen Wandler durch den Betrieb im Nullabgleich auch thermisch das stabilste Verhalten zeigen. Die Ausgestaltung nach einem der Unteransprüche 10 bis 12 hat den besonderen Vorteil, daß man mit nur einem Permanentmagneten auskommt, um einerseits die Bewegung des Polrades mit magneto-elektrischen Wandlern zu erfassen und damit andererseits durch den in der neutralen Zone ange-

brachten weiteren magneto-elektrischen Wandler der Abstand zwischen dem Sensor und dem Polrad überwacht werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein ferromagnetisches gezahntes Organ 1, beispielsweise ein Zahnrad oder eine Zahnstange, welches in Richtung des Pfeils 2 beweglich ist. In einem Abstand d_0 von den Zähnen 3 ist ein Permanentmagnet 4 angeordnet, dessen eine Polfläche, z. B. die N-Polfläche, den Zähnen zugewandt ist und einen Sensor 5 zur Erfassung der Bewegung des Organs 1 trägt. Der Sollabstand des Sensors 5 von den Zähnen 3 ist mit d_0 bezeichnet. Im Betriebszustand, d. h. während der Bewegung des Organs 1, ist darauf zu achten, daß der Abstand d des Sensors 5 von den Zähnen 3 einen vorgebbaren Minimalwert d_{\min} nicht unter- und einen vorgebbaren Maximalwert d_{\max} nicht überschreitet. Bei Unterschreiten des Minimalwertes besteht die Gefahr, daß der Sensor 5 mit den Zähnen 3 in Berührung kommt und beschädigt wird, so daß in der Regel der gesamte Meßkopf ausgetauscht werden muß. Bei Überschreiten des Maximalwertes ist mit Funktionseinbußen bei der Meßwerterfassung mit dem Sensor 5 zu rechnen. Der Sensor 5 besteht z. B. aus zwei magneto-elektrischen Wandlerpaaren 6 und 7, die elektrisch als Doppelbrückenschaltung ausgebildet sind. Ein derartiger Sensor ist an sich bekannt und in der DE-PS 30 41 041 beschrieben. Die neutrale Zone 8, die bei einem freien Permanentmagnet in der Regel in dessen Mitte liegt, ist vorliegend durch den starken Einfluß des in unmittelbarer Nähe befindlichen ferromagnetischen Organs 1 etwas nach oben verschoben (in Fig. 1 übertrieben dargestellt). In dieser neutralen Zone 8 ist ein weiterer elektromagnetischer Wandler 9, beispielsweise ein Hall-Generator, so angebracht, daß seine magnetfeldempfindliche Fläche parallel zur Tangentialkomponente des magnetischen Feldes des Permanentmagneten ausgerichtet ist. Aufgrund der Positionierung in der neutralen Zone 8 heben sich die radialen Anteile des magnetischen Feldes, die bei dem Wandler 9 allein für die Signalerzeugung verantwortlich sind, über die Gesamtheit der magnetfeldempfindlichen Fläche gegenseitig auf, so daß das Ausgangssignal also Null ist. Durch den Betrieb des Wandlers um den Nullpunkt weist dieser auch thermisch das stabilste Verhalten auf. In der Regel erfolgt die Positionierung des Wandlers 9 auf dem Permanentmagnet in der Weise, daß der Permanentmagnet in einem Abstand d von einem rotierenden Polrad (Testpolrad) gehalten wird, der einem Sollabstand d_0 des Sensors 5 von den Zähnen 3 entspricht und daß der Wandler 9 unter Beobachtung seines Ausgangssignals in der Position an dem Permanentmagnet befestigt wird, in der das Ausgangssignal Null ist, der Wandler 9 sich also in der neutralen Zone 8 befindet.

Wird die gesamte Anordnung aus Permanentmagnet 4, Sensor 5 und Wandler 9 dem Organ 1 angenähert (Abstand kleiner als Sollabstand d_0), so bewirkt dies eine Verschiebung der neutralen Zone 8 und somit ein vorzeichenbehaftetes, betragsmäßig ansteigendes Ausgangssignal an dem Wandler 9. Wird die Anordnung von dem Organ 1 entfernt (Abstand größer als Sollabstand d_0), wird das Vorzeichen des Ausgangssignals umgekehrt. Daher kann allein aus dem Vorzeichen des Ausgangssignals entnommen werden, ob sich der Abstand zwischen dem Sensor 5 und dem Organ 1 verringert oder vergrößert. Die Kurve 1 in Fig. 2 zeigt schematisch den Verlauf des Ausgangssignals des Wandlers 9, z. B. die Ausgangsspannung U_H eines Hall-Generators, in Abhängigkeit vom Abstand d des Sensors 5 von den Zähnen 3. Beim Sollabstand d_0 befindet sich der Wandler 9 in der neutralen Zone 8 und U_H ist gleich Null. Bei einer Verringe-

rung des Abstandes nimmt der Einfluß des ferromagnetischen Organs 1 zu, was zu einer Verschiebung der neutralen Zone 8 in Richtung des Nordpols führt. Da sich der Wandler 9 dann außerhalb der neutralen Zone befindet, wird ein Ausgangssignal $U_H < 0$ erzeugt. Bei weiterer Annäherung nimmt der Wert von U_H betragsmäßig zu bis zu einem Endwert $U_H(d=0)$. Bei einer Vergrößerung des Abstandes nimmt der Einfluß des ferromagnetischen Organs 1 ab, was zu einer Verschiebung der neutralen Zone 8 in Richtung des Südpols führt. Der Wandler 9 befindet sich wieder außerhalb der neutralen Zone und ein Ausgangssignal $U_H > 0$ liegt vor. Mit zunehmender Entfernung schwindet der Einfluß des ferromagnetischen Organs 1 und ein Maximalwert $U_H(d=\infty)$ wird erreicht. In diesem Fall befindet sich die neutrale Zone 8 in einer Position, wie sie bei einem freien Permanentmagnet vorliegt, also in der Regel in der Mitte, und der Wandler 9 befindet sich in seiner maximalen Entfernung von dieser neutralen Zone. Im Betriebszustand, also während der Bewegung des Organs 1 ist darauf zu achten, daß die Abweichungen des Abstandes d vom Sollwert d_0 die vorgegebenen Grenzwerte d_{\min} und d_{\max} nicht übersteigen. Dies geschieht in einfacher Weise durch die Überwachung des Ausgangssignals U_H des Wandlers 9.

Die Vorzüge der Erfindung zeigen sich auch beim Einbau einer Meßvorrichtung gemäß Fig. 1 in ein Fahrzeug, z. B. ein Schienenfahrzeug. Es ist nun nicht mehr erforderlich, ein oder mehrere Teile zu demontieren, um das Polrad für eine Fühlerlehre zugänglich zu machen. Die Meßvorrichtung bzw. der mit dem Abstandssensor ausgestattete Impulsgeber muß lediglich in eine dafür vorgesehene Halterung geschoben werden, wobei das Ausgangssignal U_H des Wandlers 9 zu beobachten ist. Bei $U_H = 0$ befindet sich die Meßvorrichtung im Sollabstand d_0 von dem Polrad und kann arretiert werden. Ob sich beim Einbau gegenüber der Meßvorrichtung ein Zahn 3 oder eine Zahnücke befindet, ist von untergeordneter Bedeutung, solange die Polfläche im Verhältnis zu den Abmessungen von Zahn und Zahnücke groß genug ist, so daß die Position der neutralen Zone möglichst unbeeinflusst bleibt. In der Praxis (Polrad nach DIN 867) sollte das Verhältnis von der Seitenlänge l_p des Permanentmagneten 4 zum periodischen Zahnabstand l_z nicht kleiner als 1,5 sein. Im Ergebnis wird damit eine sowohl statisch als auch dynamisch integrierende Abstandsmessung erzielt.

In Abwandlung zu dem bisher vorgestellten Ausführungsbeispiel ist es auch möglich, den Wandler 9 in der neutralen Zone zu positionieren, wie sie in dem Permanentmagneten im ungestörten Zustand vorliegt. Dann ergibt sich der Verlauf des Ausgangssignals U_H gemäß der Kurve 2 von Fig. 2. In diesem Fall beträgt $U_H(d=\infty) = 0$ und bei Annäherung der gesamten Anordnung aus Permanentmagnet 4, Sensor 5 und Wandler 9 an das Organ 1 wird die neutrale Zone 8 nach oben verschoben und das Ausgangssignal U_H nimmt betragsmäßig bis zu einem Endwert $U_H(d=0)$ stetig zu. Dem Sollabstand d_0 entspricht dann ein bestimmter Wert $U_H(d=d_0)$. Entsprechendes gilt für die Grenzwerte d_{\min} und d_{\max} . Im Ergebnis ist der Verlauf des Ausgangssignals U_H identisch wie im ersten Ausführungsbeispiel. Die Kurve 2 ist lediglich nach unten verschoben und nähert sich für $d \rightarrow \infty$ dem Grenzwert $U_H(d=\infty) = 0$. Da der Wandler 9 im Sollabstand d_0 nicht im Nullpunkt ($U_H = 0$) betrieben wird, ist die thermische Stabilität geringer als im ersten Ausführungsbeispiel.

Bezugszeichenliste

- 1 gezahntes Organ, z. B. Zahnrad oder Zahnstange
- 2 Bewegungsrichtung
- 3 Zähne

- 4 Permanentmagnet
 5 Sensor zur Erfassung der Bewegung des Organs 1
 6, 7 magneto-elektrische Wandlerpaare
 8 neutrale Zone
 9 magneto-elektrischer Wandler zur Überwachung des Ab- 5
 standes des Sensors 5 zum Organ 1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur magnetischen Abstandsmessung 10
 zur Überwachung des Abstandes zwischen einem Ob-
 jekt und einem Organ, das mit Zähnen aus Permanent-
 magneten besetzt ist (aktives Organ) oder das aus ferro-
 magnetischem Material besteht (passives Organ), be-
 stehend aus einem Permanentmagneten, wenigstens ein 15
 nem magneto-elektrischen Wandler und einer Aus-
 werteeinrichtung, wobei eine Polfläche des Permanent-
 magneten dem Organ zugewandt ist, wobei das Objekt
 mit dem Permanentmagneten ortsfest verbunden ist,
 wobei der oder die magneto-elektrischen Wandler an 20
 einer Seitenfläche des Permanentmagneten positioniert
 sind, und wobei die dem gezahnten Organ zugewandte
 Polfläche des Permanentmagneten im Verhältnis zum
 Polradmodul derart groß ist, daß die Lage der neutralen 25
 Zone in dem Permanentmagneten im wesentlichen un-
 beeinflußt von der jeweiligen Stellung des Organs ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die Abmessung l_p des Permanentmagne-
 ten in Richtung der Polradbewegung im Verhältnis zu 30
 der durch das Polradmodul bestimmten Zahnperiode l_z
 mehr als 1,5 beträgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
 kennzeichnet, daß der oder die magneto-elektrischen
 Wandler in der neutralen Zone positioniert ist bzw. 35
 sind, wie sie in dem Permanentmagneten im ungestör-
 ten Zustand vorliegt, und daß die magnetfeldempfindli-
 che Fläche des bzw. der Wandler parallel zur Tangenti-
 alkomponente des magnetischen Feldes des Perma-
 nentmagneten ausgerichtet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge- 40
 kennzeichnet, daß der oder die magneto-elektrischen
 Wandler in der neutralen Zone positioniert ist bzw.
 sind, wie sie in dem Permanentmagneten für einen vor-
 gebbaren Abstand d_0 (Sollabstand) des Objekts von 45
 dem Organ vorliegt, und daß die magnetfeldempfindli-
 che Fläche des bzw. der Wandler parallel zur Tangenti-
 alkomponente des magnetischen Feldes des Perma-
 nentmagneten ausgerichtet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da- 50
 durch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Organ um
 eine Zahnstange oder ein Zahnrad (Polrad) handelt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, da-
 durch gekennzeichnet, daß als magneto-elektrische
 Wandler Feldplatten und/oder Hallgeneratoren vorge- 55
 sehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, da-
 durch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung
 eine elektrische Brückenschaltung aufweist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da- 60
 durch gekennzeichnet, daß der oder die magneto-elek-
 trischen Wandler an dem Permanentmagneten befestigt
 sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, da-
 durch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Objekt um 65
 einen Sensor zur Erfassung der Bewegung des Organs
 handelt, der auf der dem Organ zugewandten Polfläche
 des Permanentmagneten angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekenn-

zeichnet, daß es sich bei dem Sensor um einen oder
 mehrere magnetoelektrische Wandler handelt, mit de-
 nen die Bewegung des Organs in Form von Feldstärke-
 änderungen erfaßbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß es sich bei den magneto-elektrischen
 Wandlern zur Bewegungserfassung um Feldplatten
 und/oder Hall-Generatoren handelt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch
 gekennzeichnet, daß mehrere magneto-elektrischen
 Wandler zur Bewegungserfassung mit einer elektri-
 schen Brückenschaltung vorgesehen sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

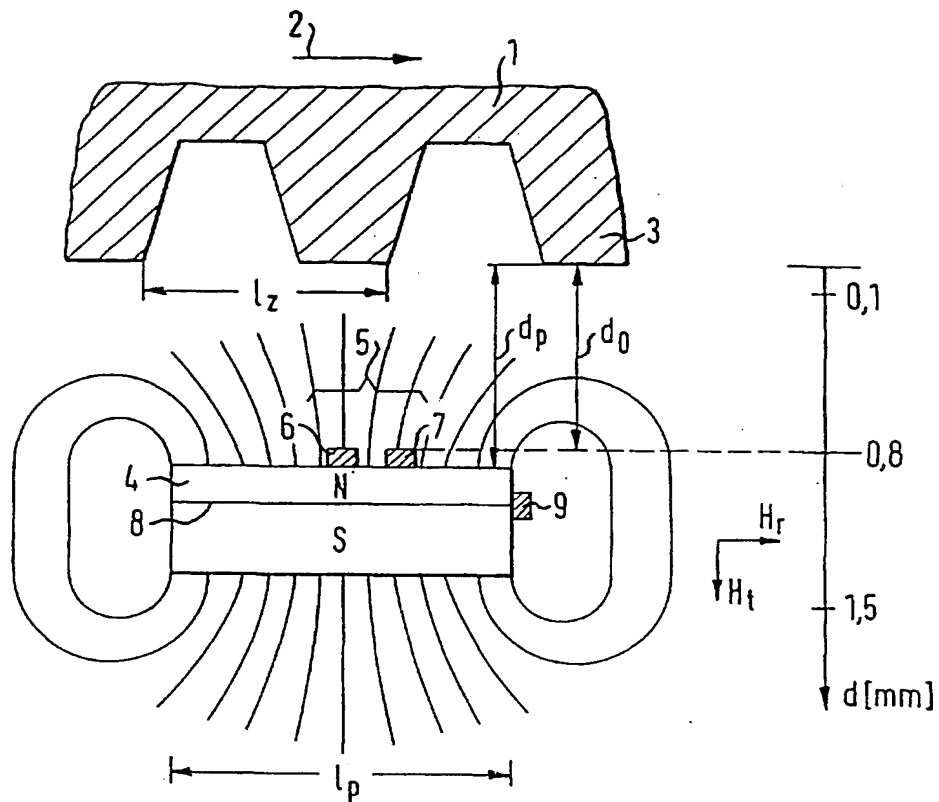


FIG. 2

